

04029608

WAFER SUPPORTING DEVICE

PUB. NO.: 05-021308 [JP 5021308 A]  
PUBLISHED: January 29, 1993 (19930129)  
INVENTOR(s): HARA SHINICHI  
SAKAMOTO EIJI  
APPLICANT(s): CANON INC [000100] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)  
APPL. NO.: 03-168294 [JP 91168294]  
FILED: July 09, 1991 (19910709)  
INTL CLASS: [5] H01L-021/027; H01L-021/68  
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)  
JAPIO KEYWORD: R058 (MACHINERY -- Heating Pipes)  
JOURNAL: Section: E, Section No. 1376, Vol. 17, No. 292, Pg. 50, June  
04, 1993 (19930604)

ABSTRACT

PURPOSE: To realize a wafer supporting device wherein displacement is not generated in an attraction block even at a flow velocity of cooling water which allows to neglect influence of vibration, and whose control and constitution are simplified.

CONSTITUTION: In a wafer supporting device which is provided with an attraction block 101 which holds a wafer and a Pertier element 104 which adjusts a temperature of the attraction block 101, a heat pipe 105 is provided to one side of the Pertier element 104 wherein the other side thereof is in contact with the attraction block 101.

(51)Int.Cl. <sup>3</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027		P 8418-4M		
21/68		7352-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 0 1 H

審査請求 未請求 請求項の数4(全 8 頁)

(21)出願番号 特願平3-168294

(22)出願日 平成3年(1991)7月9日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 原 真一

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

(72)発明者 坂本 英治

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ

ノン株式会社内

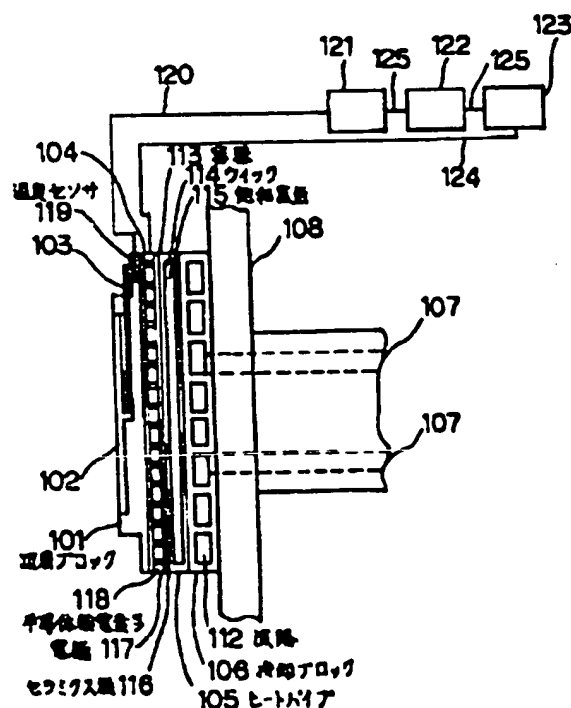
(74)代理人 弁理士 若林 忠

(54)【発明の名称】 ウエハ支持装置

(57)【要約】

【目的】 振動の影響を無視できる冷却水の流速でも、吸着ブロックに変位が生じることがなく、さらに、制御および構成が簡略化されたウエハ支持装置を実現すること。

【構成】 ウエハを保持する吸着ブロック101と、該吸着ブロック101の温度調節を行うためのペルチェ素子104とを備えたウエハ支持装置において、前記吸着ブロック101と一方の面で接する前記ペルチェ素子104の他方の面にはヒートパイプ105が設けられている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ウエハを保持する吸着手段と、該吸着手段の温度調節を行うためのベルチェ素子とを備えたウエハ支持装置において、

前記吸着手段と一方の面で接する前記ベルチェ素子の他方の面にはヒートパイプが設けられていることを特徴とするウエハ支持装置。

【請求項2】 ウエハを保持する吸着手段と、該吸着手段の温度調節を行うためのベルチェ素子とを備えたウエハ支持装置において、

前記ベルチェ素子と前記吸着手段との間にヒートパイプが設けられていることを特徴とするウエハ支持装置。

【請求項3】 ウエハを保持する吸着手段と、該吸着手段の温度を検出するための温度センサと、該吸着手段の温度調節を行うためのベルチェ素子とを備え、前記温度センサの検出温度に基づいて前記吸着手段の温度制御が行われるウエハ支持装置において、

前記吸着手段と一方の面で接する前記ベルチェ素子の他方の面にはヒートパイプが設けられていることを特徴とするウエハ支持装置。

【請求項4】 ウエハを保持する吸着手段と、該吸着手段の温度を検出するための温度センサと、該吸着手段の温度調節を行うためのベルチェ素子とを備え、前記温度センサの検出温度に基づいて前記吸着手段の温度制御が行われるウエハ支持装置において、

前記ベルチェ素子と前記吸着手段との間にヒートパイプが設けられていることを特徴とするウエハ支持装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はシンクロトロン放射光を光源とするX線露光装置に関し、特に、ウエハを支持するウエハ支持装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 ごく微細なパターン、例えば0.25  $\mu$ m以下の微細なパターンを露光するためのX線露光装置においては、1000 ( $W/m^2$ ) 程度のX線強度のシンクロトロン放射光が露光光として用いられる。露光処理が施されるウエハにはこのような強い光が照射されることによる温度上昇が生じ、該温度上昇による熱歪が生じることがある。このため、この種の露光装置で使用されるウエハ支持装置は、ウエハを拘束するウエハチャックが温度調節機構を備えたものとされ、間接的にウエハを温度調節することによりウエハの温度上昇によって生じるウエハ自身の熱歪を抑えるように構成されていた。

【0003】 このようなウエハチャックの温度調整機構として、特開平2-183514号公報に記載されたものがある。このものにおいては、冷却水を用いた冷却よりも温度調節の応答性が良いとの理由からウエハチャック内に温度センサを配し、この温度センサの検出信号に応じてウエハチャックに取り付けられたベルチェ素子が

制御されている。

【0004】 図7は上述したベルチェ素子を用いたウエハチャックの構造を示す図である。本従来例において、ウエハを保持する吸着ブロック701は、ベルチェ素子704、冷却ブロック706を順に介してステージ708に取り付けられている。吸着ブロック701の吸着面には溝702が形成され、内部には溝702と連通する真空吸着用の配管703が設けられている。また、その一部には温度センサ719が取り付けられ、検出した温度を示す信号を信号線720を介して外部へ出力している。ベルチェ素子704は半導体熱電素子718をセラミクス板（アルミナ）716で挟んだ構造とされている。セラミクス板716の半導体熱電素子718側の面には電極717が形成されており、電流供給線724を介して供給される電流量によって温度調節がなされる。冷却ブロック706の内部には、流路712が形成され、該流路712は配管707と連通している。

【0005】 冷却ブロック706は、配管707を通過して冷却ブロック706内の流路712を流れる冷却水によって冷却される。このとき、冷却水の流速が低すぎると冷却水と流路712の壁面との温度差が大きくなり、冷却ブロック706に熱変形が生じ、ウエハチャック全体に変形が生じてしまう。

【0006】 図8は流路712の断面形状を矩形として冷却水の流速と振動の関係を測定した結果を示すものである。冷却水の流速を図8に示される振動の影響が無視できる流速0.15 ( $m/sec$ ) とし、吸着ブロック701を構成する材料として厚さ5mmの窒化アルミニウム（以下、AlNと記す）を用い、冷却ブロック706を構成する材料としてAlNを用い、かつ冷却ブロック706の表面と流路712との距離を5mmとした。流路の断面形状が矩形で熱伝導率が300 ( $W/m^2 \cdot K$ ) のとき、1000 ( $W/m^2$ ) の熱流密度に対する冷却水と流路712の壁面との温度差はほぼ3℃となる。ここで、図7に示されるように冷却ブロック706と吸着ブロック701との間にベルチェ素子704が配されている構造では、ベルチェ素子704に供給された熱エネルギーを加味しなくても、ベルチェ素子704の裏面には変位が生じる。

【0007】 上記のベルチェ素子704の変位量を $x$ 、 $y$ 方向に単純な1次近似で計算すると、（セラミクス板716の構成材料であるアルミナの線膨張係数 $7E-6$ ） $\times$ （温度上昇値3℃） $\times$ （露光面角の一辺の長さ30mm）、つまり0.6  $\mu$ m膨張することとなり、吸着ブロック701に少なからぬ変位をあたえるものとなる。この結果、吸着ブロック701に取り付けられたウエハも変形し、焼付け精度が劣化してしまう。

【0008】 また、ウエハチャックの冷却面と表面との長さが短い場合には、 $xy$ 平面への熱拡散は小さなものであり、一枚のウエハに複数個の面角が露光されるステ

3

ップアンドリビート方式による露光においては、露光中、X線が照射されている面角のみの温度が上昇し、この他の面角の温度はほとんど上昇しない。このため、ウエハをベルチェ素子を用いて高精度に温度調節されたウエハチャックで拘束することで該ウエハに熱歪が生じることを防ぐには、少なくとも一つの面角に一对の温度センサとベルチェ素子とを配し、各ベルチェ素子は対の温度センサの信号を受けて他のベルチェ素子と独立に制御される構成とする必要がある。

【0009】図9は、一つの温度センサの検出信号によって複数のベルチェ素子を制御することにより生じる不具合を説明するための図である。

【0010】熱流束901によって露光されるウエハ（不図示）を保持する吸着ブロック701は、3個のベルチェ素子704<sub>1</sub>～704<sub>3</sub>によって温度調節される。温度センサ719は吸着ブロック701の略中央に取り付けられており、その検出温度を示す信号は変換器921を介してコントローラ922へ入力される。コントローラ922は温度センサ719の検出温度に基づいてベルチェ素子制御器923に電流供給を行わせ、各ベルチェ素子704<sub>1</sub>～704<sub>3</sub>の温度を制御する。

【0011】図9(a)に示すように熱流束901が入射する露光面角に温度センサ719が配置されていないときには、露光により温度が上昇している面角が冷却されないことがある。その結果、露光面角および該領域に配置された各ベルチェ素子704<sub>1</sub>が熱膨張し、マスクパターンに比べて焼付け幅が広くなったり、パターン間の間隔が広がってしまう。

【0012】図9(b)に示すように熱流束901が入射する露光面角に温度センサ719が配置されているときには、露光されていない面角が必要以上に冷却されることがある。その結果、非露光面角および該領域に配置された各ベルチェ素子704<sub>1</sub>、704<sub>2</sub>が熱収縮しマスクと露光面角とに位置ずれが生じてしまう。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】上述した従来のウエハ支持装置においては、冷却水を振動の影響が無視できる流速で流したときには吸着ブロックに変位が生じ、ウエハの焼付け精度が悪くなるという問題点がある。

【0014】また、少なくとも一つの面角に一对の温度センサとベルチェ素子とを配し、各ベルチェ素子は対の温度センサの信号を受けて他のベルチェ素子と独立に制御される構成とする必要があるため、構成および制御が複雑になるという問題点がある。

【0015】本発明は上記のような従来技術が有する問題点に鑑みてなされたものであって、振動の影響が無視できる冷却水の流速でも吸着ブロックに変位が生じることがなく、さらに、制御および構成が簡略化されたウエハ支持装置を実現することを目的とする。

【0016】

4

【課題を解決するための手段】本発明のウエハ支持装置は、ウエハを保持する吸着手段と、該吸着手段の温度調節を行うためのベルチェ素子とを備えたウエハ支持装置において、前記吸着手段と一方の面で接する前記ベルチェ素子の他方の面にはヒートパイプが設けられている。

【0017】この場合、ウエハ支持装置が、ウエハを保持する吸着手段と、該吸着手段の温度を検出するための温度センサと、該吸着手段の温度調節を行うためのベルチェ素子とを備え、前記温度センサの検出温度に基づいて前記吸着手段の温度制御が行われるものであってもよい。

【0018】さらに、上記のいずれの場合においても、前記ベルチェ素子と前記吸着手段との間にヒートパイプが設けられてもよい。

【0019】

【作用】熱伝導率が高く、熱抵抗が低いヒートパイプにおいては、熱は速やかに拡散する。このため、露光時に吸着手段およびベルチェ素子を介してヒートパイプの一方の面（受熱面）に入射した熱流は、他方の面（冷却面）の全面に拡散され、また、露光時に吸着手段を介してヒートパイプの一方の面（受熱面）に入射した熱流は、他方の面（冷却面）の全面に拡散されたうえでベルチェ素子によって冷却されるので、冷却が効率よく行われるものとなる。

【0020】また、ヒートパイプによって温度が平均化される位置に温度センサおよびベルチェ素子のそれぞれを取り付けるものとすれば、これらは一つのヒートパイプに一对設けられればよいものとなるので、装置構成が簡略化される。

【0021】

【実施例】次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。

【0022】図1は本発明の第1の実施例の構成を示す斜視図、図2はその断面図である。ウエハを保持する吸着手段である吸着ブロック101は熱伝導材かつ低熱膨張材であり、さらに加工が容易な材料にて構成されたもので、ベルチェ素子104、ヒートパイプ105、冷却ブロック106を順に介してステージ108に取り付けられている。ステージ108はアクチュエータ109、ヒンジばね110をそれぞれ介して固定部111に取り付けられ、x方向に微動可能とされている。本来、高精度位置決め用のステージはx、yおよびzの各方向とその回転方向の6軸に微動できる構造となっているが、ここではx方向に微動させる構造のみを示した。

【0023】吸着ブロック101には、図2に示されるように吸着ブロック101の温度を検出する温度センサ119が取り付けられている。白金測温抵抗体等の温度センサ119は、露光光の影響を受けることがなく、またヒートパイプ105によって温度が平均化される吸着ブロック101の端面に取り付けられており、その検出

5

温度を示す信号は信号線120を介して変換器121に入力される。変換器121にてデジタル信号に変換された検出温度を示す信号は、通信ケーブル125を介してコントローラ122へ入力される。コントローラ122は温度センサ119の検出温度に基づくペルチェ素子104の設定温度を示す信号を通信ケーブル125を介してペルチェ素子制御器123に出力し、該ペルチェ素子制御器123はペルチェ素子104の温度が上記の設定温度となるようにペルチェ素子104へ電流供給を行う。

【0024】吸着ブロック101の吸着面には溝102が形成され、内部には溝102と連通する真空吸着用の配管103が設けられている。また、その一部には上述したように温度センサ119が取り付けられ、検出した温度を示す信号を信号線120を介して外部へ出力している。

【0025】ペルチェ素子104は半導体熱電素子118をセラミクス板(アルミナ)116で挟んだ構造とされている。セラミクス板116の半導体熱電素子118側の面には電極117が形成されており、電流供給線124を介して供給される電流量によって温度調節がなされる。

【0026】ヒートパイプ105は、容器113内に、毛細管作用を生じさせて作動液で容器113の内面を濡らせるためのウィック114と作動液となる飽和蒸気115を閉じ込めたものである。この種のヒートパイプの製造方法については、特開昭58-096992号公報等に表示されている他、多くの変形例が提案されているのでここでは特に示さない。

【0027】冷却ブロック106の内部には、配管107と連通する断面が矩形の冷却水用の流路112が形成されている。冷却ブロック106は、配管107を通過して冷却ブロック106内の流路112を流れる冷却水によって冷却される。

【0028】次に、本実施例における熱の伝達動作について説明する。

【0029】本実施例の吸着ブロック101によって保持されたウエハに対して露光光が照射されると、該照射によって生じた熱はxy平面にはほとんど伝わることなくz方向に設けられたヒートパイプ105に伝えられる。ヒートパイプ105は熱伝導率が非常に高く熱抵抗が低いものであるため、ヒートパイプ105に伝わった熱は速やかにxy平面に拡散し、ヒートパイプ105の冷却面全面を用いた効率のよい冷却がなされる。

【0030】以下に具体的な数値をあげて説明する。

【0031】吸着ブロック101の真空吸着用の溝102に吸着されたウエハにX線がz方向より照射される。ウエハに焼付けられる露光面積の一辺角を3cm角(9cm<sup>2</sup>)、X線の入射熱流密度を1000(W/m<sup>2</sup>)、ヒートパイプ105の冷却側(冷却ブロック106側)

6

の面積を15cm角(225cm<sup>2</sup>)とする。ウエハ、吸着ブロック101およびペルチェ素子104のそれぞれは薄いものであるため該照射によって生じた熱はxy平面にはほとんど拡散しない。このため、ヒートパイプ105の受熱側(ペルチェ素子104側)にほぼ1000(W/m<sup>2</sup>)の熱流密度の熱流が入射する。

【0032】上記のようにヒートパイプ105に伝わった熱は速やかにxy平面に拡散するため、ヒートパイプ105の冷却側での熱流密度は40(W/m<sup>2</sup>)(=1000×9/225)となる。

【0033】冷却水を流すことにより生じる振動の振幅について、冷却水の流速が0.15(m/sec)以下のときには0.01μm以下に抑えられるものとする。

【0034】冷却水の流速が0.15(m/sec)であり、断面形状が矩形である流路112の熱伝達率が300(W/m<sup>2</sup>・K)である場合、40(W/m<sup>2</sup>)の熱流密度に対する冷却水と流路112の壁面の温度上昇はほぼ0.1℃に抑えられる。このとき、ペルチェ素子104のヒートパイプ105側のxy方向の変位量をx、y方向に単純な1次近似で計算すると、(セラミクス板116の構成材料であるアルミナの線膨張係数7E-6)×(温度上昇値0.1℃)×(露光面角の一辺の長さ30mm)、つまりごく僅かな0.02μm膨張することとなり、これによって生じる吸着ブロック101の変位量もきわめて少ないものとなる。

【0035】また、本実施例のものにおいては、図示するようにヒートパイプ105の受熱側の面積が吸着ブロック101のウエハ吸着部の面積よりも大きく構成され、該ウエハ吸着部の裏面はヒートパイプ105のウィックによって必ず冷却される構造とされているので、冷却不良が生じることもない。

【0036】本実施例においては、一対の温度センサとペルチェ素子とを従来のように一つの面角に対して設ける必要がなく、一つのヒートパイプに対して設ければよい。また、装置構成が簡略化され、また、制御も容易とすることができた。

【0037】図3は本発明の第2の実施例の構成を示す図である。

【0038】本実施例は第1の実施例におけるペルチェ素子104とヒートパイプ105のz方向における順序を入れ換え、それぞれをペルチェ素子304とヒートパイプ305としたものである。この他の構成は第1の実施例と同様であるため、図2と同じ番号を付して説明は省略する。

【0039】このような構成によっても第1の実施例のものと同様に露光によって生じる吸着ブロック101の変位量を少なくすることができる。また、温度センサ119は、ウエハとペルチェ素子304との間に設けられればよいものであるため、本実施例のものにおいては、例えばヒートパイプ305に設けてもよい。

【0040】図4は本発明の第3の実施例の構成を示す図である。

【0041】本実施例は第1および第2の実施例におけるウエハ吸着ブロックをヒートパイプの構成部材としたものである。

【0042】本実施例において、ヒートパイプの容器部分は複数の構成部材402<sub>1</sub>～402<sub>n</sub>によって構成されるもので、これらの各構成部材402<sub>1</sub>～402<sub>n</sub>の容器の内側を向くそれぞれの面はウィック形成面403<sub>1</sub>～403<sub>n</sub>とされている。ウィックの形成については、ダイシングソー等の機械加工やエッチングまたはドライエッチングを用いて深さがmm単位以下の溝を例えば格子状に形成することによって得られるが、本実施例においては機械加工を用いた。

【0043】第1の構成部材402<sub>1</sub>の外面には部分的にウエハを保持する吸着手段としてのウエハ吸着面401が形成され、第3の構成部材402<sub>3</sub>の外面の一部にはベルチェ素子404が取り付けられている。本実施例においては、第1の構成部材402<sub>1</sub>のウエハ吸着面401の裏面が受熱面となり、第3の構成部材402<sub>3</sub>のベルチェ素子404の裏面が冷却面となる。

【0044】図示されるように第1の構成部材402<sub>1</sub>はウエハ吸着面401の全面を覆い、ウエハ吸着面401に裏面には必ずウィックが形成されるように構成されている。これにより、ウエハ吸着面401の裏面はウィック形成面403<sub>1</sub>のウィックにある作動液404によって必ず冷却されるものとして、冷却不良が生じないものとなっている。また、容器内に収容される作動液404がウエハ吸着面401の外周より下方に位置するものとして、縦型チャック、つまり、露光光の照射方向が重力とほぼ直交するようにウエハを吸着する露光装置においても冷却不良が生じないものとしている。上記のように構成されたヒートパイプは、ウエハチャック支持ブロック408によって支持される。ベルチェ素子404には冷却ブロック405が取り付けられ、その内部に設けられた流路406に配管407を介して供給される冷却水によって冷却されている。このベルチェ素子404に対する温度制御は温度センサ（不図示）の出力をコントローラ（不図示）で演算処理し、ベルチェ素子制御器（不図示）より適当な電流をベルチェ素子404に供給することによってなされる。

【0045】本実施例において使用される温度センサおよびベルチェ素子の数はともに一個以上であればよい。これはヒートパイプの温度分布が、受熱面の温度が高く、冷却面の温度が低い他はほぼ一様なものとなるからである。図4に示したものにおいては斜線部分の温度が一様となり、温度センサはこのうちのいずれかの部分に設けられればよい。

【0046】上記のように、ウエハ吸着ブロックをヒートパイプの構成部材とした本実施例においては、第1、

第2の実施例に比べて構造をさらに簡略化することができた。

【0047】図5は本発明の第4の実施例の構成を示す図である。

【0048】本実施例は図4に示した第3の実施例の複数の構成部材402<sub>1</sub>～402<sub>n</sub>によって構成されるヒートパイプ内に柱501を設けたものである。この柱501を設けることにより、ヒートパイプが、ヒートパイプ内の作動液404の飽和蒸気圧とヒートパイプ外の雰囲気圧力との差圧によって変形することが防止される。本実施例においては、上記の柱501内に温度センサを設けてもよい。

【0049】なお、上記の各実施例において、ヒートパイプは、図6(a)に示されるヒートパイプ601のように、露光光の入射方向からみて矩形かつ一体に形成されるものとして説明したが、図6(b)に示される2分割されたヒートパイプ602、図6(c)に示される4分割されたヒートパイプ603のように、複数に分割して各分割されたヒートパイプ毎に温度センサおよびベルチェ素子をそれぞれ設けてもよく、その形状も限定されるものではない。ヒートパイプを複数に分割した場合には各分割されたヒートパイプのxy平面が小さなものとなるので、作動液の供給がさらに速いものとなり、本発明の効果がさらに向上する。

【0050】なお、ヒートパイプを複数に分割することにより、従来のヒートパイプ構造では露光領域中に作動液が存在してしまうもの（例えば、図6(c)に示したもの）の場合には、作動液の貯蔵部のみを露光領域外に設けるものとしてもよい。

【0051】

【発明の効果】本発明は以上説明したように構成されているので、以下に記載するような効果を奏する。

【0052】請求項1および請求項2に記載されたものにおいては、冷却が効率よく行われるものとすることができ、振動の影響を無視できる流速でも吸着ブロックに変位が生じないものとするができる効果がある。

【0053】請求項3および請求項4に記載されたものにおいては、一対の温度センサとベルチェ素子とを一つの面角に対して設ける必要がなくなるため、装置構成が簡略化され、また、制御も容易とすることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の構成を示す斜視図である。

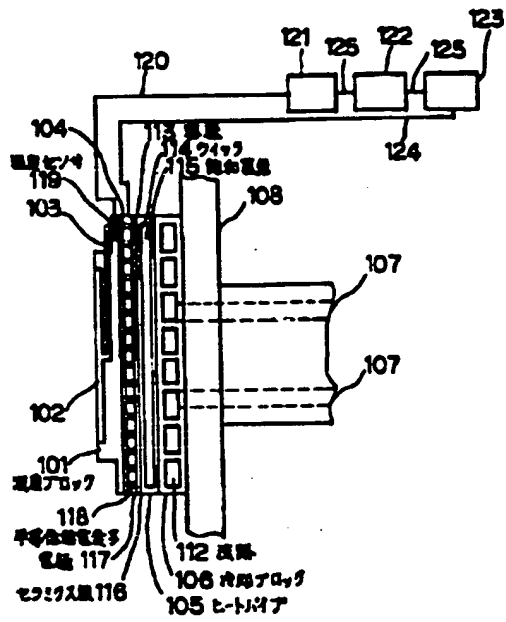
【図2】本発明の第1の実施例の構成を示す断面図である。

【図3】本発明の第2の実施例の構成を示す断面図である。

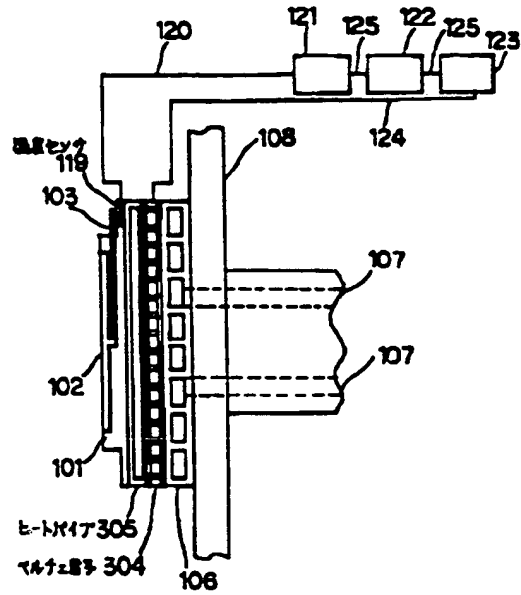
【図4】本発明の第3の実施例の構成を示す断面図である。



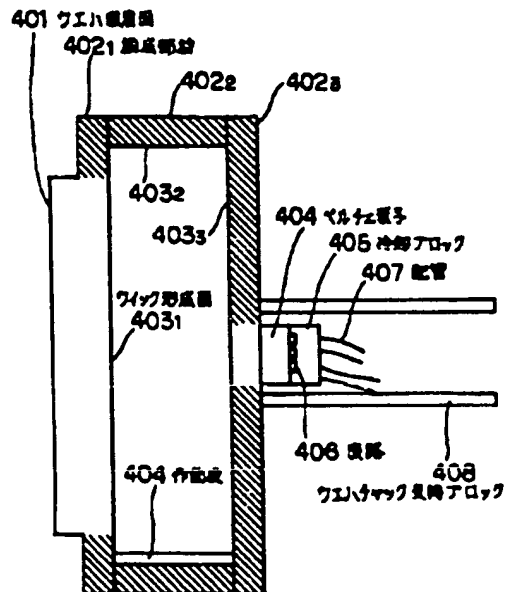
【図2】



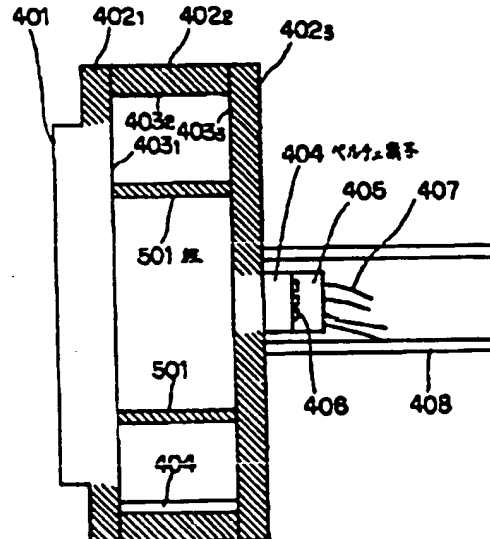
【図3】



【図4】

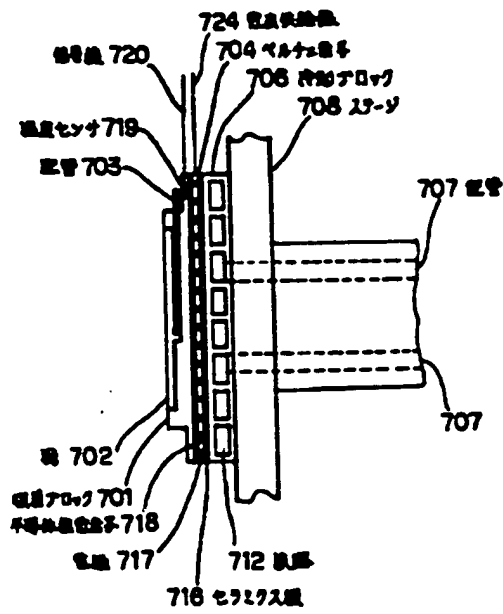


【図5】

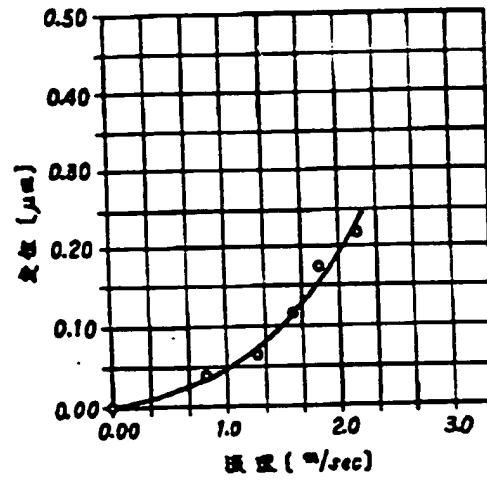




【図7】



【図8】



【図9】

